University of Sistan and Baluchestan

Stable Economy and Sustainable Development

Online ISSN: 2783 - 1426

Iranian Scientific Social Welfare Association

The Efficiency of Ore Mines in Yazd Province with Emphasis on Environmental Indicators

Zahra Nasrollahi[1], Robabe Asayesh[2]

1. Corresponding Author, Associate Professor in Economics, Department of Economics, Faculty of Economic, Management & Accounting, Yazd University, Yazd, Iran. E-mail: nasr@yazd.ac.ir
2. M.Sc. in Economics, Department of Economics, Faculty of Economic, Management & Accounting, Yazd University, Yazd, Iran. E-mail: asayesh_1385@yahoo.com.

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 11 March 2021
Accepted: 16 June 2021

Keywords:
Sustainable Development,
Mine,
Efficiency,
Yazd Province.

ABSTRACT

Economic-oriented development has caused serious damage to the environment, while the consequences of this attitude have become one of the concerns of countries in the contemporary era, and has led to the emergence of a three-dimensional concept of development based on economics, society and the environment, which is called development Sustainable. Sustainable development is, a balance between the needs of a community to improve the standard of living and prosperity on the one hand and the quality of the environment and the benefits of future generations on the other. Since the efficiency of utilizing resources is a step towards sustainable development, and by analyzing the productivity indicators of the production factors, the efficiency of the performance of different economic sectors in use of resources is determined, and one of the economic sectors whose products have long been considered and used by mankind are the mining sector and extraction of minerals have many environmental consequences. The present study aims to investigate the efficiency of ore mines in Yazd province with emphasis on environmental indicators. In this study, through self-explanatory models and Solow indicator method, the total productivity growth of the factors of production in the mine sector during the period 1360-1395 was investigated and then the rank of mines in this group of mines is specified. The results of this study indicate an increase in the productivity of this group of mines and during this period, Chandermeli, Islamiyah and Arjenan mines have had first to third ranks for efficiency ratings.

Cite this article: Nasrollahi, Z., & Asayesh, R. (2021). The Efficiency of Ore Mines in Yazd Province with Emphasis on Environmental Indicators. *Stable Economy and Sustainable Development*, 2 (1), 109-134. DOI: 10.22111/sedj.2021.38529.1115

© The Author(s).

Publisher: University of Sistan and Baluchestan

DOI: 10.22111/sedj.2021.38529.1115

اقتصاد باثبات و توسعه پایدار
شاپا الکترونیکی: ۱٤۲٦ - ۲۷۸۳
دانشگاه سیستان و بلوچستان
انجمن علمی رفاه اجتماعی ایران

بررسی کارایی معادن سنگ‌آهن استان یزد با تأکید بر شاخص‌های محیط‌زیستی

زهرا نصراللهی[۱]، ربابه آسایش[۲]

۱. نویسنده مسئول، دانشیار علوم اقتصادی، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، یزد، ایران. رایانامه: nasr@yazd.ac.ir
۲. کارشناس ارشد علوم اقتصادی، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، یزد، ایران. رایانامه: asayesh_1385@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۲/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۲۸

واژه‌های کلیدی:
توسعه پایدار،
معدن،
کارایی،
استان یزد.

چکیده

توسعه با محوریت منافع اقتصادی، آسیب‌های جدی به محیط‌زیست وارد آورده، به نحوی که تبعات ناشی از این نوع نگرش به یکی از نگرانی‌های کشورها در دوره معاصر تبدیل و باعث مطرح شدن مفهومی سه‌بعدی از توسعه، بر پایه اقتصاد، اجتماع و محیط‌زیست شده است که توسعه پایدار نامیده می‌شود. توسعه پایدار در واقع موقعیتی است که میان نیازهای یک جامعه برای بهبود سطح زندگی و رفاه از یک سو و کیفیت محیط‌زیست و منافع نسل‌های آینده از سوی دیگر، موازنه برقرار می‌کند. از آنجا که از یک طرف کارایی و عدم اتلاف در بهره‌برداری از منابع گامی در راستای توسعه پایدار است و از طریق محاسبه و تحلیل شاخص‌های بهره‌وری عوامل تولید می‌توان میزان کارایی عملکرد بخش‌های مختلف اقتصادی را در استفاده از منابع تولید بررسی و مقایسه کرد و از طرف دیگر یکی از بخش‌های اقتصادی که محصولات آن از دیرباز موردتوجه و استفاده بشر بوده، بخش معدن بوده و استخراج و استحصال مواد معدنی تبعات محیط‌زیستی زیادی به همراه دارد، هدف از انجام این پژوهش، بررسی کارایی معادن سنگ‌آهن در استان یزد با تأکید بر شاخص‌های محیط زیستی است. در این مطالعه از طریق مدل‌های خود توضیحی و روش شاخص سولو، رشد بهره‌وری در بخش معادن طی دوره ۹۵-۱۳۶۰ مورد بررسی قرار گرفت و سپس رتبه معادن این گروه معادن مشخص شد. نتایج این پژوهش نشان‌دهنده میانگین مثبت رشد بهره‌وری این گروه معادن طی دوره مورد بررسی است و در این دوره، معادن چادرملو، اسلامیه و ارجنان برای رتبه‌بندی کارآیی رتبه اول تا رتبه سوم را به خود اختصاص داده‌اند.

استناد: نصراللهی، زهرا؛ و آسایش، ربابه (۱۴۰۰). بررسی کارایی معادن سنگ‌آهن استان یزد با تأکید بر شاخص‌های محیط‌زیستی. *اقتصاد باثبات و توسعه پایدار*، ۲ (۱)، ۱۰۹-۱۳۴. DOI: 10.22111/sedj.2021.38529.1115

ناشر: دانشگاه سیستان و بلوچستان
حق‌مؤلف © نویسندگان.

۱. مقدمه

با طرح مفهوم توسعه پایدار جهان وارد دوره جدیدی شده که در آن، توسعه اقتصادمحور بدون در نظر گرفتن تأثیرات مثبت و منفی این توسعه بر محیط‌زیست و اجتماع غیرقابل‌توجیه می‌نماید. توسعه پایدار به طور عمومی ترکیبی از رشد و توسعه اقتصادی- اجتماعی با محافظت و مراقبت از محیط‌زیست است. بدون توجه به مسئله محیط‌زیست، منابع طبیعی و انسانی با نقصان مواجه شده و پیامدهای ناگواری را برای کره خاکی و جوامع انسانی به همراه خواهد داشت. فرایند رشد و توسعه کشورها و پیشرفت‌های صنعتی با بهره‌برداری بی‌رویه از منابع طبیعی و عدم توجه به ارزش‌های محیط‌زیستی صدمات جبران‌ناپذیری به محیط‌زیست وارد کرده است. در عصر حاضر، درجه توسعه‌یافتگی کشورها، از بعد اقتصادی بستگی به میزان بهره‌گیری مطلوب و بهینه از منابع و امکانات موجود در جهت نیل به اهداف اقتصادی آن‌ها دارد. این موضوع بیانگر جایگاه ویژه بهره‌وری در استراتژی توسعه اقتصادی کشورهاست که هم در سطح خرد و هم در سطح کلان مطرح است. بخش معدن یکی از مهمترین بخش‌های تأمین‌کننده مواد اولیه صنایع محسوب می‌شود، ذخایر غنی مواد معدنی به عنوان یک امکان بالقوه با بهره‌برداری به شکل کارا و حاوی ارزش‌افزوده قادر است نقش اساسی در توسعه صنعتی کشور ایفا نماید. به طورکلی نقش معادن در زیربنای اقتصادی کشور در چهار محور اصلی قابل بررسی است:

۱. حرکت به سمت استقلال اقتصادی و رشد و توسعه صنایع مختلف
۲. شکوفایی بخش‌های دیگر اقتصادی
۳. جذب و تأمین نیروی انسانی و ایجاد اشتغال
۴. افزایش درآمد سرانه کشور.

علی‌رغم اهمیت بخش معدن در فرایند توسعه، این بخش به واسطه ارتباط مستقیم با طبیعت و محیط اطراف خود، می‌تواند با افزایش آلودگی، صدمات جبران‌ناپذیری به طبیعت وارد آورده و توسعه پایدار را با چالش مواجه نماید. بنابراین توجه به ملاحظات محیط‌زیستی در بهره‌برداری از منابع باید مدنظر قرار گیرد. در واقع، دستیابی به اهداف توسعه پایدار نیازمند یک نگاه نظام‌مند به ابعاد توسعه پایدار (محیط‌زیست، اقتصاد، اجتماع و سیاست) است. بنابراین، در این راستا پژوهش حاضر به بررسی عملکرد معادن سنگ‌آهن یزد با توجه به متغیرهای محیط‌زیستی پرداخته است.

۲. ادبیات موضوع

۲-۱. توسعه پایدار

اندیشه غالب در حوزه ادبیات توسعه این است که کشورها و جوامع با عبور از مراحل تکاملی و دگرگونی‌های کمی و کیفی، به اهداف توسعه دست خواهند یافت. تبعات منفی این نگرش به تدریج این طرز تلقی را در دهه‌های۱۹۷۰ و به‌خصوص دهه ۱۹۸۰ با چالش‌های جدی مواجه کرد. نیونی[1] پژوهشگر برجسته آفریقایی معتقد است: «نتایج غلط به دست آمده، ریشه در مبانی، مفروضات و سیاست‌گذاری‌های نادرست دارند». این نکته با جلب‌توجه اندیشمندان و پژوهشگران این حوزه به طور خاص از دهه ۱۹۸۰، به بعد دستیابی به اهداف توسعه را با چالش مواجه کرد؛ در واقع، باهمِ امیدهایی که به توسعه گره‌خورده بود، افزایش فقر و نابرابری و آسیب‌های محیط‌زیستی ازجمله ثمرات آن بود؛ در این شرایط، توسعه پایدار به عنوان راه‌حلی برای معمای توسعه در شرایط متحول سال‌های پایانی قرن بیستم مطرح شد(*Duvinski, 2011: 31*).

مفهوم توسعه پایدار ناظر بر این واقعیت انکارناپذیر است که ملاحظات مربوط به اکولوژی می‌تواند و باید در فعالیت‌های اقتصادی مدنظر قرار گیرد. این ملاحظات باید به بهبود کیفیت زندگی در ابعاد مختلف کمک نماید. در این دیدگاه توسعه پایدار به معنی تلفیق اهداف اقتصادی، اجتماعی، و محیط‌زیستی برای حداکثر سازی رفاه انسان فعلی بدون آسیب رساندن به توانایی نسل‌های آتی در برآوردن نیازهایشان است (آیکرد[2]، ۲۰۰۵: ۴۲). در این تعریف دو مفهوم کلیدی وجود دارد: مفهوم نیازها به‌ویژه نیازهای اساسی جهان فقیر و موضوع محدودیت که به واسطه شرایط فناوری و سازمان اجتماعی بر توانایی‌های محیطی برای دستیابی به نیازهای اکنون و آینده تحمیل‌شده است (*Ranängen, 2016: 58*).

همان‌طور که اشاره شد، یکی از بخش‌های اقتصادی که در زمینهٔ توسعه پایدار با چالش‌های بسیاری مواجه است، بخش معدن است. معدن‌کاری و استفاده از ذخایر معدنی ازجمله فعالیت‌های اولیه بشر بوده و نقش بسزایی در زندگی و پیشرفت بشر ایفا نموده است. امروزه منابع معدنی هسته فعالیت‌های بشر از ساختمان‌سازی، وسایل خانه، ماشین‌آلات صنعتی و انرژی تا فناوری‌های پیشرفته فضایی را تشکیل می‌دهند. به عبارت دیگر، استخراج معادن و فلزات صنعتی بخش جدایی‌ناپذیر از اقتصاد هر کشور است، این صنعت با تولید فلزات و انرژی که اساس فعالیت‌های اقتصادی را تشکیل می‌دهد، نقش مهمی در کیفیت زندگی انسان ایفا می‌کند(*Asanlo, 2002: 7*).

---

[1]. Nyoni
[2]. Ikerd

این نقش نه‌تنها شامل مشارکت در افزایش تولید ناخالص داخلی و رشد اقتصادی بلکه در ایجاد فرصت‌های شغلی و کاهش فقر نیز هست. معدن‌کاری مواد لازم برای حیات و پیشرفت بشر را فراهم می‌کند و از طرفی با افزایش آلودگی‌ها امکان حیات و استفاده از محیط‌زیست سالم را از بشر سلب می‌کند. در ادامه به برخی از این پیامدها اشاره شده است.

۲-۲. آثار و پیامدهای بهره‌برداری از معادن

در طول دوره فعالیت‌های معدنی از زمان اکتشاف تا فراوری نهایی مواد معدنی آثار و پیامدهای محیط زیستی مختلفی بروز می‌کند که این آثار با توجه به نوع ماده معدنی، شیوه استخراج و فرآوری متفاوت است. در اکتشاف مواد معدنی اقداماتی از قبیل احداث جاده‌های دسترسی، نمونه‌برداری و گاهی انفجار انجام می‌شود که قطع پوشش گیاهی، تخریب خاک و نفوذ گل و سایر سیالات حفاری به داخل خاک و منابع آب مهمترین اثرات منفی محیط زیستی آن‌ها بشمار می‌روند. اثرات محیط زیستی فعالیت‌های استخراجی و فرآوری که تا حد زیادی به روش استخراج و فراوری و نوع ماده معدنی ارتباط دارند؛ بسیار گسترده بوده و بخش مهمی از چالش معدنکاری و محیط‌زیستی محسوب می‌شوند. برخی از مهمترین اثرات محیط‌زیستی مرحله استخراج منابع معدنی و نیز فرآوری آن‌ها عبارتند از: ریزش معادن و نشست زمین، آلودگی منابع آب، آلودگی خاک، آلودگی هوا، آلودگی صوتی، آلودگی حرارتی، آلودگی پرتوزایی، زهاب اسیدی معادن، شکست سدهای باطله، خودسوزی و انفجار معادن، تخریب چشم‌اندازهای طبیعی و اکوسیستم‌ها (*Parviainen, 2009:105*)، که در ادامه برخی از این موارد به تفصیل، تشریح می‌شود.

۲-۲-۱. آثار زهاب اسیدی[۱]

زهاب اسیدی معدن ازجمله بدترین مشکلات محیط‌زیستی ناشی از عملیات معدن‌کاری و سدهای باطله بشمار می‌رود که اثرات زیان‌باری بر روی آب‌های سطحی و زیرزمینی دارد. پدیده زهاب اسیدی دارای پایداری و دوام زیادی در طبیعت است و بعد از اتمام عملیات بهره‌برداری از معدن نیز امکان وقوع آن وجود دارد که سبب آلودگی شدید محیط‌زیست و آسیب‌های جبران‌ناپذیر می‌شود. تولید اسیدهای معدنی در اثر تماس با کانی‌های سولفیدی باعث انتقال به منابع آب‌وخاک منطقه شده و بی‌درنگ تأثیر زیان‌آوری بر اکوسیستم دارند. در صورت نبود یک مدیریت صحیح زهاب اسیدی معدن می‌تواند منجر به تخریب گسترده‌ای شود که برای چندین دهه پایدار است (*Cano,2011:47*).

---

۱. آب‌های اسیدی که از معادن سرچشمه می‌گیرند و سبب آلودگی و تخریب شدید محیط‌زیست می‌شوند

۲-۲-۲. آثار سدهای باطله

سدهای باطله از مهمترین سازه‌های هیدرولیکی برای جمع‌آوری و نگهداری پساب‌ها و مواد باطله از فرایند تغلیظ در کارخانه‌های فرآوری مواد معدنی هستند. باطله‌های معدنی حاوی ترکیب‌های مختلف شیمیایی هستند که در عملیات فرآوری به مواد معدنی اضافه می‌شوند. از طرفی خود باطله‌ها نیز با توجه به نوع مواد معدنی استخراجی، حاوی عناصر سمی مختلفی هستند که تا مدت‌های مدیدی سبب ناهنجاری‌های زیستی در منطقه می‌شوند (*Cano, 2011: 47*).

۲-۲-۳. آثار فلزات سنگین

فلزات سنگین به فلزاتی اطلاق می‌شوند که دارای بیش از پنج عنصر هستند. آهن یکی از مواد معدنی است که در گروه فلزات سنگین قرار می‌گیرد. فلزات سنگین به دلیل سمی بودن پایدار و عدم تجزیه زیستی یکی از گروه‌های اصلی و خطرناک در بین آلودگی‌ها هستند. تجمع فلزات سنگین در محیط‌زیست به دلیل تأثیری که بر سلامتی انسان و حیات‌وحش دارد، تبدیل به یک نگرانی شده است. پسماندها و باطله‌های تولیدشده کارخانه‌های فرآوری مواد معدنی که حاوی فلزات سمی و سنگین هستند با ایجاد مکانیسم‌هایی با مواد مختلف به منابع آبی و خاکی منتقل شده و اثرات زیان‌بار محیط‌زیستی را سبب می‌شوند(*Potrieter, 2004: 456*).

فعالیت معدنی تعادل سنگ و خاک را برهم می‌زند و در پی آن فرآوری که اغلب با خردایش همراه است، ابعاد ذرات را کاهش داده و درنتیجه احتمال ایجاد آلودگی هوا را افزایش می‌دهد. اگر پس از بسته شدن معادن برنامه خاصی برای کنترل این آلودگی‌ها وجود نداشته باشد، باطله‌های موجود در معادن متروکه به یک منبع عمده انتشار ذرات معلق در هوا تبدیل می‌شود. تونل‌ها و چاهک‌ها، از مهمترین آثار فیزیکی، بخصوص پس از پایان کار معدن محسوب می‌شوند. همچنین انفجار به‌تنهایی سبب ایجاد پتانسیل‌های خطر می‌شود. برهم زدن تعادل اکوسیستم آب منطقه، فروریختن دیواره‌ها و هوای آلوده و خطرات کاری نیز از این جمله هستند. همچنین در مورد چاه‌های حفرشده، درصورتی‌که پر کردن و یا بستن آن کامل صورت نگیرد باعث سقوط و فروافتادن وسایل و حتی تجهیزات و به خطر افتادن جان افراد و یا حیوانات می‌شود.

با توقف فعالیت معدن، با امید به فعالیت مجدد معدن، ساختمان‌های باقیمانده منشأ آلودگی‌های زیادی می‌شود. برای مثال بقایای ظروف مواد شیمیایی استفاده شده در ساختمان‌های متروکه، منشأ آلودگی است ضمن اینکه با افزایش عمر ساختمان‌ها، امکان ریزش و تخریب آن‌ها منشأ خطرات و ایجاد گردوغبار برای انسان و سایر جانداران است (*Guidebook for Evaluating Mining Project, 2010: 4*).

پدیده نشست (حرکت سطح در اثر فروریختن بخش‌های زیرین به درون حفرات) که برای اغلب معادن پتانسیل آن وجود دارد، یکی از عوامل ایجاد اخلال در محیط‌زیست اطراف محدوده معدنی است. گودال‌ها و فرورفتگی‌ها ناشی از نشست در نزدیکی سطح زمین باعث اختلال در سیستم زهکشی، دریاچه‌ها و جریان‌های آب و همچنین عملکرد نامناسب سیستم آبیاری منطقه و آسیب رساندن به بخش‌های کشاورزی است. با توجه به افزایش نفوذپذیری، احتمال تولید زهاب‌های اسیدی افزایش‌یافته که کنترل آن نیاز به ذخیره آب بیشتری دارد (*Guidebook for Evaluating Mining Project, 2010: 6*).

اجلاس سازمان ملل در رابطه با توسعه و محیط‌زیست که در سال۱۹۹۲در ریودوژانیرو برگزار شد، دستورالعمل ۲۱ را به عنوان برنامه توسعه پایدار در قرن ۲۱ ارائه نمود. چندین سال پس از انتشار دستورالعمل ۲۱، برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد از تعدادی از کشورهای عضو درخواست نمود که دستورالعملی محیط‌زیستی برای معدن‌کاری و توسعه پایدار تهیه نمایند. نخستین ویرایش از «*دستورالعمل محیط‌زیستی برای فعالیت‌های معدنی*» در سال ۱۹۹۴ منتشر شد. بر اساس مهمترین بندهای دستورالعمل محیط‌زیستی معدنکاری و توسعه پایدار (تجدیدنظر سال۲۰۰۰) دولت‌ها، شرکت‌های معدنی و صنایع معدنی باید موارد زیر را در نظرگیرند:

- درک مدیریت محیط‌زیستی به‌عنوانی که اولویت مهم در فعالیت‌های معدنی
- برقرار نمودن سیستم پاسخگویی محیط‌زیستی در رده‌های بالای مدیریتی دولت و صنایع
- تشویق کارمندان و کارگران همه سطوح جهت درک مسئولیت خود در مدیریت محیط‌زیست و اطمینان حاصل نمودن از اینکه منابع، ابزار و آموزش‌های کافی جهت اجرای طرح‌های محیط‌زیستی در دسترس است.
- پذیرفتن ارزیابی ریسک و مدیریت ریسک در توسعه مقررات و در طراحی، اجرا و خاتمه فعالیت‌های معدنی
- اجتناب از به کار بردن مقررات محیط‌زیست که موانعی غیرلازم در راه مبادله سرمایه‌گذاری معدنی بشمار می‌روند.
- درک ارتباط بین اکولوژی، شرایط محیط فرهنگی-اجتماعی، ایمنی و سلامت بشر، جوامع محلی و محیط‌زیست
- تشویق به سرمایه‌گذاری معدنی بلندمدت با ارائه استانداردهای محیط‌زیستی شفاف و خط‌مشی‌ها و ضوابط محیط‌زیستی قابل پیش‌بینی(*Mirhosany & Chorasany, 2011: 2*).

- اصول مهمی که برای دستیابی به توسعه پایدار در معادن و صنایع باید مورد توجه قرار گیرد عبارتند از:

۱. کاهش و رساندن پسماندها[1] و نشت و خروج گازهای سمی و مضر به حداقل
۲. ایجاد ایمنی در سطح قابل‌قبول[2] چرا که هر حادثه‌ای می‌تواند عامل اتلاف سرمایه، نیروی انسانی و ذخایر معدنی بوده و به آلودگی محیط (در نتیجه نشت مواد مضر و سمی) منجر می‌شود.
۳. ورودی‌ها به فرایندهای تولید و فرایندها باید با محیط‌زیست سازگار باشند و درصورتی‌که آلاینده هستند و جایگزینی ندارند قابل‌کنترل باشند.
۴. تولیدات یا محصولات باید با محیط‌زیست سازگار باشند و در بازارهای بین‌المللی قابلیت رقابت داشته باشند.
۵. مصرف انرژی باید در پایین‌ترین حد ممکن باشد. برای رسیدن به اهداف گفته شده دربندهای ۵ و ۶ باید از کارآمدترین فرایندها فناوری‌ها و تجهیزات استفاده شود.
۶. بازیابی[3] محصولات نهایی باید ممکن و اقتصادی باشد.
۷. در مقایسه با پروژه‌های رقیب باید دارای میزان سرمایه‌گذاری کمتر، سوددهی بیشتر، بازگشت سرمایه کوتاه‌مدت‌تر، پسماند کمتر و نشت و خروج مواد سمی کمتر (در حد قابل قبول) باشد.
۸. در توسعه پایدار نسل‌های آینده نیز سهم دارند؛ بنابراین باید دولت در برنامه‌ریزی‌ها سهم ذخایر و مواد معدنی را در توسعه اقتصادی کشور با توجه به این اصل تعیین کند. در ضمن ذخایر معدنی، نفت و صنایع نفتی در چارچوب تعریف توسعه پایدار نمی‌گنجد یا به عبارتی پایدار نیستند. چون قابل بازیافت نیستند؛ اما اگر استخراج آن‌ها منجر به ایجاد منابع جدیدتری از درآمد شده و خسارتی به محیط‌زیست وارد نکند طبق تعاریف بانک جهانی در چارچوب توسعه پایدار قرار می‌گیرد.
۹. صنایع کمپلکس مثل صنایع فلزی مادر، پرهزینه، آلوده‌کننده و انرژی بر بوده و کنترل آن‌ها نیز مشکل است. ضمناً کنترل آلودگی این صنایع بسیار پرهزینه و در بعضی موارد

---

1. Wastes
2. Acceptable risk
3. Recycling

غیرممکن است. بنابراین در ایجاد این صنایع باید یک موازنه میان نیاز، تولید اقتصادی و امکان جایگزینی و واردات ایجاد شود.

۱۰. فرایندها باید حداکثر بهره‌وری را داشته باشند (*Shahriary, 2012: 3*).

۲-۳. نقش بهره‌وری در توسعه پایدار معادن

همان‌طور که اشاره شد توجه به بهره‌وری و تأمین آن یکی از ارکان توسعه پایدار است. به عبارت دیگر، استفاده بی‌رویه و غیراصولی از معادن با نگاه دستیابی به سود کوتاه‌مدت نه‌تنها برآورنده هدف توسعه و رشد صنعت نخواهد شد، بلکه به واسطه آثار محیط‌زیستی خود، توسعه پایدار را با چالش‌های اساسی مواجه می‌نماید. بنابراین استفاده از دانش روز و توجه به بهره‌وری یکی از ملزومات بهره‌برداری از معادن است. در غیر این صورت با توجه به تجدید ناپذیر بودن این مواهب الهی علاوه بر آنکه منابع موجود که متعلق به‌تمامی نسل‌های کشور است را هدر داده‌ایم مانع از بارور شدن این صنعت خواهیم شد که نتیجه‌ای جز عقب‌ماندگی و عدم پیشرفت کشور در بر نخواهد داشت به‌واقع ارتقاء بهره‌وری در صنعت را می‌توان شاهراه اصلی بقاء رشد و سودآوری که از متغیرهای اصلی پیشرفت است دانست. اما منظور از بهره‌وری چیست. واژه بهره‌وری برای نخستین بار به وسیلهٔ فرانسوا کنه[۱]، ریاضی‌دان و اقتصاددان طرفدار مکتب فیزیوکراسی[۲] (حکومت طبیعت) به کار برده شد. کنه با طرح جدول اقتصادی، اقتدار هر دولتی را منوط به افزایش بهره‌وری در بخش کشاورزی دانست. در سال ۱۸۸۳ فرانسوی دیگری به نام لیتره[۳]، بهره‌وری را دانش فن تولید تعریف کرد (*Tahery, 2009: 20*). آفتالیون[۴] (۱۹۹۲) در مقاله‌ای با عنوان «سه مفهوم قدرت، تولید و درآمد» بهره‌وری را به رابطه بین مقدار محصول که دریک مدت معین به دست آمده و مقدار عوامل مصرف‌شده در جریان تولید آن محصول، تعریف کرد (*Bagherzadah, 2011: 101*). سازمان توسعه و همکاری اقتصادی[۵] (۱۹۵۰)، به طور رسمی بهره‌وری را بدین شرح تعریف کرد که «بهره‌وری حاصل کسری است که از تقسیم مقدار یا ارزش محصول بر مقدار یا ارزش یکی از عوامل تولید به دست می‌آید و بر این اساس می‌توان از بهره‌وری سرمایه، مواد اولیه و نیروی کار صحبت کرد». این مفهوم به‌تدریج تکامل‌یافته و مفاهیم کارایی و اثربخشی را نیز شامل شد (*Abasean & Mehregan, 2008: 154*).

---

1. Francois Quesnay
2. Physiocracy
3. Littre
4. Aftalion
5. OECD

به طور کلی بهره‌وری را می‌توان ترکیبی از کارایی و اثربخشی دانست. ممکن است با مصرف کمتر نهاده‌ها محصول بیشتری تولید کرد ولی این محصول کیفیت مطلوب موردنظر مصرف‌کننده را نداشته باشد. در این حالت کارایی بهبودیافته اما چون محصول فاقد کیفیت لازم است، اثربخشی نبوده و نمی‌تواند رضایت مصرف‌کننده را جلب نماید. به‌این‌ترتیب تحقق کارایی فاقد اثربخشی است. به بیان دیگر، در مقوله بهره‌وری اولاً کاری که انجام می‌شود باید کار درست و مفید باشد، ثانیاً کار به بهترین نحو انجام شود. در این صورت با تحقق این دو شرط می‌توان اطمینان حاصل کرد بهره‌وری محقق شده است *(Abtahy & Kzemy, 2005)*.

همان‌طور که اشاره شد بهره‌وری تلاشی است در جهت به حداکثر رساندن منافع حاصل از به کارگیری منابع موجود ازجمله نیروی انسانی، ماشین‌آلات، دانش فکری و دانش فنی در فرایند تولید کالا و خدمات در جای خود به صورت بهره‌وری جزئی و بهره‌وری کل عوامل تولید تعریف می‌شود *(Abasean & Mehregan, 2008: 162)*. در این مطالعه نیز برای اندازه‌گیری بهره‌وری از همین تعریف استفاده شده است. در ادامه به برخی از مطالعات صورت گرفته در این زمینه اشاره شده است.

۳. پیشینه پژوهش

کاظمیان و یاری (۱۳۹۵) با بررسی اثرات محیط زیستی بهره‌برداری از معادن شهرستان تکاب به این نتیجه دست یافتند که علی‌رغم وجود عزم و اراده برای کاستن از ابعاد و تبعات آلودگی‌های محیط زیستی، بهره‌برداری غیراصولی از منابع طبیعی باعث کاهش میزان بهره‌وری، خسارت و تخریب محیط‌زیست شده است.

هورسلی و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی چارچوب معیشت پایدار، شاخصی برای توسعه منطقه‌ای در معادن، را در پنج زمینه سرمایه اقتصادی، سرمایه انسانی، سرمایه طبیعی، سرمایه اجتماعی و سرمایه فیزیکی ارائه کردند.

امیری و همکاران (۱۳۹۲) با اندازه‌گیری و تجزیه‌وتحلیل بهره‌وری عوامل تولید در معادن کشور طی سال‌های ۱۳۸۴-۹۲ به این نتیجه رسیدند که بهره‌وری جزئی نیروی کار، سرمایه و انرژی درمدادن مختلف کشور متفاوت است. همچنین تخمین تابع تولید با استفاده از الگوی اثرات تصادفی و محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید، نشان می‌دهد که بهره‌وری کل عوامل تولید در معادن مختلف کشور نیز متفاوت است. سلطانی و همکاران (۱۳۹۱)، با ارائه رویکرد ترکیبی DEA-AP برای رتبه‌بندی کارایی معادن سنگ‌آهن ایران، کارایی در پنج معدن سنگ‌آهن فعال در حوزه صنعت و

معدن ایران در سال‌های ۹۰- ۱۳۸۷ را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها با استفاده از روش DEA معادن کارا و ناکارا را در مقایسه با یکدیگر مشخص کرده و سپس از روش اندرسون–پیترسون برای رتبه‌بندی واحدهای کارا استفاده کردند. نتیجه مطالعات آن‌ها نشان داد که معدن سنگ‌آهن میشدوان در سه سال متوالی۹۰-۱۳۸۸ دارای بهترین رتبه بوده و بالاترین مقدار کارایی را به خود اختصاص می‌دهد. رودریگز[1] (۲۰۰۹) به اندازه‌گیری رشد بهره‌وری در بخش معدن اسپانیا طی سال‌های ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۴ پرداخته است. در این مطالعه از روش مانده سولو برای برآورد تابع تولید و اندازه‌گیری رشد بهره‌وری استفاده است. بر اساس نتایج به دست آمده رشد بهره‌وری طی سال‌های مورد بررسی دارای فرازوفرودهایی بوده، ولی میانگین رشد بهره‌وری مثبت بوده و دارای رشد ۱/۷۵ درصدی بوده است.

۴. مواد و روش‌ها

اطلاعات مورداستفاده در این پژوهش از داده‌های موجود در وزارت صنعت ، معدن و تجارت استان یزد استفاده شده است. بررسی عملکرد و رشد بهره‌وری معادن از آمارهای پنج معدن (چادرملو، سه چاهون، چغارت، چاه گز و میشدوان) که جزو مهمترین قطب‌های آهن کشور محسوب می‌شوند طی سال‌های ۹۵-۱۳۶۰ استفاده شده است. برای رتبه‌بندی معادن نیز داده‌های ۲۵ معدن آهن طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۱ مورد بررسی قرارگرفته است. در این پژوهش از روش مانده سولو[2] (شاخص دیویژیا) برای اندازه‌گیری رشد بهره‌وری و برای برآورد تابع تولید صنعت سنگ‌آهن از روش ARDL و Boot Strap استفاده شده است. برای رتبه‌بندی معادن، روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) به کار گرفته شده است.

۴-۱. روش مانده سولو

در ادبیات اقتصاد کلان آن بخش از ارزش تولید که مربوط به رشد کمی نیروی کار و سرمایه نیست، تحت عنوان رشد بهره‌وری کل در نظر گرفته می‌شود. برای تبیین عوامل تعیین‌کننده جزء باقی‌مانده رشد اقتصادی، نظریه‌های رشد درون‌زا در اقتصاد کلان مطرح می‌شود. همان‌طور که می‌دانیم در نظریه‌های رشد درون‌زا جزء باقی‌مانده رشد به تغییرات فنی نسبت داده می‌شود. امروزه برای اندازه‌گیری مفهوم جزء باقی‌مانده یا همان بهره‌وری کل عوامل تولید، روش‌های گوناگونی از جمله روش‌های توابع مرزی و توابع غیر مرزی وجود دارد که هرکدام از شاخه‌های پارامتریک و نا

[1]. Rodriguez

[2]. Solow

پارامتریک قابل‌تجزیه و تحلیل و اندازه‌گیری است به طوری که هرکدام از شاخه‌ها شامل مدل‌های مختلف از جمله روش‌های حسابداری رشد، شاخص دیویژیا، شاخص ترنکوئیست[۱]، مدل برنامه‌ریزی و شاخص مالم- کوئیست[۲] و... است و در قالب آن‌ها کلیه عوامل مؤثر بر باقی‌مانده رشد یعنی TFP[۳] قابل بررسی است. روش ناپارامتریک همان روش تحلیل پوششی داده‌ها است. در این روش جمله اختلالی وجود ندارد و روش تخمین نیز به شیوه برنامه‌ریزی خطی است (*Emami,2006:203*).

شاخص لازم برای اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل تولید درروش نا پارامتریک شاخص مالم کوئیست است. در محاسبه این شاخص از توابع مسافت استفاده می‌شود؛ اما مدل‌های پارامتریک مدل‌هایی هستند که در آن‌ها از روش‌های اقتصادسنجی استفاده می‌شود. این مدل‌ها معمولاً به شکل تصادفی در جمله اختلال تعریف می‌شود و بیشتر در محاسبه کارایی فنی کاربرد دارد. در این روش‌ها نیاز به شکل توزیع جمله اخلال است. در بحث روش‌های غیرمرزی نیز که معمولاً در ادبیات رشد متداول است. دو نگاه برای اندازه‌گیری بهره‌وری وجود دارد. روش اول محاسبه بهره‌وری در قالب مدل‌های رشد و تابع تولید به شکل اقتصادسنجی و برنامه‌ریزی ریاضی است؛ اما روش دوم با استفاده از شاخص‌سازی امکان‌پذیر است. شاخص‌های ترنکوئیست و دیویژیا معروف‌ترین شاخص‌های ساخته شده در این بخش است (*Ameni,2001:118*). شاخص ترنکوئیست دارای محدودیت‌هایی در محاسبه است که این مسئله شاخص دیویژیا را برای محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید معدن مناسب‌سازی. از مهمترین محدودیت‌های شاخص ترنکوئیست آن است که نیاز به آمار دقیق نهاده‌ها و محصولات معدنی است که این آمار در بخش معدن گاهی وجود ندارد یا آمار مربوط به آن قابل‌اطمینان نیست (*Rodriguez,2009:12*). شاخص دیویژیا به دلیل داشتن آمار لازم برای ساختن آن و نیز به دلیل تناسب آن با روش پسماند سولو در این پژوهش مورد استفاده قرار می‌گیرد. درروش شاخص دیویژیا با دادن وزن‌های متفاوت به عوامل تولید، نقش هرکدام از این عوامل در فرایند تولید مشخص می‌شود. این شاخص به ما اجازه می‌دهد که عوامل غیرهمگن نظیر نیروی کار، سرمایه و... را در نظر بگیریم. درروش فوق شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش معدن به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\mathrm{TFP} = \frac{\mathrm{Y_t}}{\mathrm{nX^{ai}}} \qquad (۱)$$

---

[1]. Trankuest

[2]. Malam- Kuest

[3]. Total factor productivity

که در آن Yt بیانگر تولید (ارزش‌افزوده) و Xt بیانگر نهاده‌های بخش معدن و a ها نیز سهم عوامل تولید هستند. در شرایط رقابت کامل و با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس a ها بیانگر کشش‌های تولیدی نهاده‌های بخش معدن هستند. لذا در شرایطی که اطلاعات آماری در خصوص سهم‌های عوامل از تولید وجود ندارد، می‌توان از کشش‌های تولیدی عوامل در برآورد بهره‌وری کل عوامل تولید استفاده کرد. بر اساس تحلیل اقتصاددانان نتایج برآورد حاصل از روش شاخص دیویژیا با روش مانده سولو یکسان است؛ زیرا با لگاریتم گیری از شاخص ۱ داریم:

(۲)

$$\log TFP = \log[\frac{Y_t}{X^{ai}}]$$

$$\log TFP = \log Y_t - (a_1\, logx_1 + a_2\, logx_2 + \cdots + a_n\, logx_n)$$

حال اگر از طرفین معادله ۲ دیفرانسیل گرفته شود خواهیم داشت:

(۳)

$$\frac{dTFP}{TFP} = \frac{\mathrm{d}Y_t}{Y_t} - \left[\frac{a_1 dx_1}{x_1} + \frac{a_2 dx_2}{x_2} + \cdots + \frac{a_n dx_n}{x_n}\right]$$

$TFP^0_{Ag}= Y^0_t- a_1x^0_1 -a_2x^0_2-...- a_nx^0_n$

رابطه نهایی شماره ۳ همان مانده سولو است. این رابطه نشان‌دهنده رشد تولید زیر بخش معدن با رشد نهاده‌های آن است که با تفاضل این دو با تأثیر کشش‌های تولیدی نشان‌دهنده رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش معدن است (*Rodriguez,2009:13*).

همان‌طور که گفته شد درروش شاخص دیویژیا برای محاسبه وزن‌های عوامل تولید چاره‌ای جز استفاده از محاسبه کشش‌های تولیدی و برآورد تابع تولید بخش معدن نیست. تابع تولید در ادبیات اقتصادی روشی آسان برای نشان دادن چگونگی ترکیب عوامل مؤثر بر تولید است. تابع تولید نشان می‌دهد که چه مقدار محصول را با ترکیب مقدار مشخص از عوامل تولید مانند نیروی کار، سرمایه می‌توان به دست آورد.

شاخص *TFP* (بهره‌وری کل عوامل تولید) از طریق مانده سولو (شاخص دیویژیا) برای بخش معدن عبارت است از:

$$\mathrm{TFP_{Ag}} = \frac{Y}{K^{a}.L^{b}.E^{\delta}} \qquad (۴)$$

در رابطه ۴$\mathrm{TFP_{Ag}}$همان باقی‌مانده سولو است به طوری که با لگاریتم گیری از آن داریم:

$$\mathrm{LnTFP= LnY- aLnk -BLn\ L- \delta\ Ln\ E} \qquad (۵)$$

که در آن Y ارزش‌افزوده بخش معدن (برحسب میلیارد ریال)، K موجودی سرمایه (برحسب میلیارد ریال)، L نیروی کار و شاغلان زیر بخش معدن و e مقدار انرژی مصرفی زیر بخش معدن (برحسب بشکه معادل نفت خام) است. ضرایب $\delta a\ b$ نماینده کشش‌های تولید نسبت به نهاده‌های سرمایه، نیروی کار و انرژی است (*Rodriguez,2009:15*).

۴-۲. تخمین رابطه بین متغیرها

در روش ARDL برای هریک از متغیرها با استفاده از معیارهایی مانند شوارتز، بیزین، آکائیک و حنان کوئین، وقفه‌های بهینه انتخاب می‌شود. این روش روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت بین متغیرهای وابسته و سایر متغیرهای توضیحی الگو را به طور هم‌زمان تخمین می‌زند (باقر زاده، ۱۳۸۹: ۱۰۵).

استفاده از رهیافت بوت استرپ در پژوهش حاضر، دو مزیت آشکار وجود دارد. اول آنکه به محقق این اجازه را می‌دهد بدون ساختن فروض قوی استنباط خود را انجام دهد و دوم آنکه نسبت به روش‌های کلاسیک آماری نیرومندتر است؛ بنابراین می‌تواند به صورت مؤثری در نمونه‌های کوچک استفاده شود و از ثبات برآوردگر در دوره‌هایی که با تغییرات نوسانی پیش‌بینی همراه است، محافظت نماید (خدادادکاشی و شهیکی تاش،۱۳۹۱)

۴-۳. روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)[1]

روش تحلیل پوششی داده‌ها یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی است، که برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده‌ای که چندین خروجی و ورودی دارند، استفاده می‌شود. در واقع، تحلیل پوششی داده‌ها مبتنی بر یک سری بهینه‌سازی با استفاده از برنامه‌ریزی خطی است که به آن روش نا پارامتریک نیز گفته می‌شود. این روش منحنی مرزی کارا از یک سری نقاط که به وسیله برنامه‌ریزی خطی تعیین می‌شود، ایجاد می‌شود. برای تعیین این نقاط می‌توان از دو فرض بازدهی ثابت و متغیر نسبت به مقیاس استفاده کرد. روش برنامه‌ریزی خطی پس از یک سری بهینه‌سازی مشخص می‌کند که آیا واحد تصمیم‌گیرنده موردنظر روی روند کارایی قرارگرفته است و یا خارج از آن قرار دارد؟ بدین‌وسیله واحدهای کارا و ناکارا از یکدیگر تفکیک می‌شوند. تکنیک DEA تمام داده‌ها را تحت پوشش قرار داده و به همین دلیل تحلیل پوششی داده‌ها نامیده می‌شود (*Mehrgan, 2013*).

مدل اندرسون – پیترسون:

[1]. Data Envelopment Analysis

مدل اندرسون پیترسون یک مدل تحلیل پوششی داده‌ها است. یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی، برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده‌ای (DMU) است که چندین ورودی و چندین خروجی دارند. اندازه‌گیری کارایی به دلیل اهمیت آن در ارزیابی عملکرد یک شرکت یا سازمان همواره مورد توجه پژوهشگران قرار داشته است. فارل در سال ۱۹۵۷، با استفاده از روشی همانند اندازه‌گیری کارایی در مباحث مهندسی، به اندازه‌گیری کارایی برای واحد تولیدی اقدام کرد. موردی که فارل برای اندازه‌گیری کارایی مدنظر قرارداد شامل یک ورودی و یک خروجی بود. مدل اندرسون-پیترسون یا روش ابر کارایی که تعیین کاراترین واحد را ممکن می‌سازد در سال ۱۹۹۳ توسط اندرسون و پیترسون جهت رتبه‌بندی واحدهای کارا پیشنهاد شد. در این روش امتیاز واحدهای کارا می‌تواند بیشتر از ۱ باشد و به‌این‌ترتیب واحدهای کارا نیز مانند واحدهای ناکارا قابل رتبه‌بندی خواهند بود. روش کار به این صورت است که واحد تصمیم‌گیرنده DMU_p را از مجموعه امکان تولید حذف و مدل را برای سایر DMU ها اجرا می‌کنند. هرچه ضریب واحدی بزرگ‌تر باشد، آن واحد کاراتر است. اگر مدل ور ودی محور باشد هدف رسانیدن یک واحد ناکارا به مرز کارایی از طریق ثابت نگه‌داشتن ورودی و افزایش خروجی است. در اینجا نوع تابع Max استفاده می‌شود. اگر مدل خروجی محور باشد هدف رسانیدن یک واحد ناکارا به مرز کارایی از طریق ثابت نگه‌داشتن خروجی و کاهش ورودی است. در اینجا نوع تابع Min استفاده می‌شود. در مدل اندرسون پیترسون به دلیل حذف محدودیت مربوط به واحد تحت ارزیابی (که حد بالای آن یک است) کارایی می‌تواند بیش از یک باشد و بدین ترتیب واحدهای کارا با امتیازاتی بیشتر از یک قابل رتبه‌بندی خواهند بود (اندرسون و پیترسون، ۱۳۹۹).

مدل به صورت ورودی محور اجراشده است. فرم مدل نیز به صورت پوششی است. چند روش مختلف برای واردکردن خروجی‌های نامطلوب در مدل وجود دارد. ساده‌ترین روش این است که با کالای نامطلوب به عنوان یک ورودی رفتار کنیم. توجیه انجام این کار از مشاهده اینکه در بسیاری از تکنولوژی‌ها رابطه بین آلودگی و خروجی همانند رابطه ورودی و خروجی است، ناشی می‌شود. مثلاً، بیشتر خروجی‌ها تنها می‌توانند با نیروی کار بیشتر (یک ورودی مرسوم) و آلودگی بیشتر تولید شوند. از مقاله‌هایی که این رویکرد را اتخاذ کرده‌اند، می‌توان به کرپر و اوتز[1] (۲۰۱۳)، کوپ[2] (۲۰۰۸) و پیتمن[3] (۱۹۹۹) اشاره کرد. آتکینسون و دورفمن[4] (۲۰۰۵) به خروجی بد برچسب

[1]. Cropper and Oates

[2]. Coop

[3]. Pitman

[4]. Atkinson & Dorfman

«تعویض‌کننده تکنولوژی[1]» را داده‌اند؛ اما همانند روش مرسوم، خروجی بد را به عنوان یک نهاده وارد مدل کرده‌اند. اگر خروجی بد را به عنوان نهاده در نظر بگیریم در تعریف زیست کارآیی به‌سادگی می‌توان، اصطلاح کارآیی ورودی محور را استفاده کرد که به طور متناظر برای کالای بد به عنوان زیست کارایی تعریف می‌شود.

روش دوم این است که خروجی بد را به عنوان یک ستانده در نظر بگیریم؛ یعنی مقدار بیشتری از کالاهای خوب، مطلوب است اما مقدار بیشتر کالاهای بد نامطلوب است؛ اما اگر کالای بد را معکوس کنیم، کالای بد می‌تواند در این حالت به عنوان کالای خوب در نظر گرفته شود. مثلاً اگر b یک خروجی بد باشد، می‌توان آن را به صورت $y_j=1/b$ و نام‌گذاری آن به عنوان j امین خروجی به عنوان یک کالای خوب در نظر گرفت (*Momeni,2007:5*).

در این پژوهش نیز این رویکرد در نظر گرفته شده و دو خروجی نامساعد به صورت معکوس به شاخص‌های خروجی مدل اضافه شده‌اند.

۴-۴. نوع داده‌ها

اولین مرحله در محاسبه بهره‌وری معادن، اندازه‌گیری ستانده معادن است. ستانده کالا و یا خدمات تولیدی است که قابل‌مصرف، فروش و دارای کیفیت مطلوب باشد. در اندازه‌گیری ستانده برای محاسبه بهره‌وری در معادن هم از معیار فیزیکی و هم از معیار پولی استفاده می‌شود. در این پژوهش از ارزش‌افزوده به عنوان ستانده استفاده شده است. ارزش‌افزوده عبارت از مابه‌التفاوت ارزش دریافتی‌ها و ارزش پرداختی‌ها و یا به عبارت دیگر، خروجی خالص شرکت است. با استفاده از ارزش‌افزوده و ارتباط آن با نیروی کار یا سرمایه، نسبت‌های بهره‌وری می‌توانند تشکیل شوند. از مزایای مهم استفاده از ارزش‌افزوده (ستانده) آن است که نمایانگر چگونگی ایجاد ثروت توسط معدن از طریق فرایند تولید و توزیع آن بین افراد سهیم در تولید هست.

و دو ستانده نامساعد:

- مقدار باطله: به مواد باقیمانده در فرایند جداسازی بخش‌های ارزشمند از بخش‌های غیر ارزشمند یک سنگ معدن گفته می‌شود.
- میزان آلاینده تولیدشده از سوخت‌های مصرفی (شامل بنزین، گازوئیل و ...)

[1]. Technology Shifter

- برای بررسی میزان آلاینده تولیدشده از سوخت‌های معدن، ضریب انتشار هر یک از سوخت‌ها در مقدار مصرفی هر سوخت در معدن ضرب شده است و سپس با توجه به اینکه واحد ضریب انتشار آلاینده‌ها در هر سه سوخت (بنزین، گازوئیل، نفت کوره) یکسان و معادل $kg/1000Lt$ بوده است. آلاینده‌های به دست آمده از هر سه سوخت با یکدیگر جمع شده و میزان آلاینده تولیدشده از سوخت‌های مصرفی به دست آمده است.

گام دوم در اندازه‌گیری بهره‌وری، به دست آوردن نهاده‌هاست که به میزان ستانده‌ها دارای اهمیت هستند. در یک فرایند تولیدی کارکنان، سرمایه، انرژی، مواد و خدمات که همان عوامل تولید هستند، نهاده نامیده می‌شوند در این پژوهش از هزینه‌های پرسنلی به عنوان نهادهٔ نیروی کار استفاده شده همچنین از ارزش موجودی سرمایه به عنوان نهادهٔ سرمایه و از ارزش سوخت‌های مصرف شده به عنوان نهادهٔ انرژی استفاده شده است.

هزینه‌های پرسنلی:

این هزینه‌ها که گاهی به عنوان نهاده نیروی انسانی نیز گفته می‌شود، یکی از مهمترین نهاده‌ها در محاسبه بهره‌وری محسوب می‌شود که می‌تواند به صورت تعداد کارکنان یا دستمزد محاسبه شود. مقیاس تعداد کارکنان کلیهٔ عوامل مؤثر در نهاده انسانی را در برنمی‌گیرد و بهتر است که از شاخص جامع‌تری مانند جمع حقوق و دستمزد[1] استفاده شود. در این مورد خاص می‌توان از جبران خدمات مزد و حقوق‌بگیران استفاده کرد.

نهاده سرمایه:

سرمایه در بخش صنعت شامل ساختمان‌ها، ماشین‌آلات و ذخایر در یک دور زمانی خاص است. لیکن در این پژوهش از موجودی سرمایه به عنوان نهاده سرمایه استفاده شده است.

نهاده انرژی:

انرژی می‌تواند به عنوان بخشی از داده‌های مواد اولیه به‌حساب آید اما به دلیل اینکه هزینه انرژی بیشترین قسمت از هزینهٔ مواد اولیه در صنایع بوده و همچنین تغییرات قیمت انرژی در ایران تابع تغییرات قیمت‌های بازار و قوانین عرضه و تقاضا نیست، این هزینه به طور جداگانه محاسبه می‌شود. با در نظر گرفتن مصرف انواع انرژی در صنعت و جمع هزینه‌های مربوط

[1]. ابطحی و کاظمی (۱۳۸۲)، ص ۹۶-۹۵

به آن می‌توان هزینهٔ کل انرژی مصرفی[۱] را به عنوان داده انرژی در نظر گرفت (امیری و همکاران، ۱۳۹۴).

برآورد تابع تولید بخش معدن

طبق بررسی‌های به‌عمل‌آمده و پژوهش‌های گذشته مناسب‌ترین تابع تولیدی که می‌توان برای ساختار اقتصادی ایران، به‌خصوص بخش معدن در نظر گرفت تابع کاب داگلاس است .از مزیت‌های اصلی این تابع همخوانی تخمین‌های صورت گرفته در پژوهش‌های مختلف با واقعیت‌های موجود اقتصادی کشور است (امیری و همکاران، ۱۳۹۴). از طرف دیگر، سولو[۲] توابعی از نوع کاب داگلاس را برای محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید توصیه می‌کند. با فرض اینکه تابع تولید از نوع کاب داگلاس و بازدهی ثابت نسبت به مقیاس وجود دارد. می‌توان بهره‌وری کل عوامل تولید را از رابطه زیر برآورد نمود:

$$A=\frac{V}{K^{a}L^{1-a}} \qquad (۶)$$

که عبارت سمت راست دقیقاً همان شاخص بهره‌وری کل عوامل بر مبنای شاخص دیویژیا است. بنابراین نتایج محاسبه با استفاده از روش شاخص دیویژیا موقعی از دقت بالایی برخوردار است که تابع تولید از نوع کاب داگلاس باشد (امینی ، ۱۳۸۴)

برای برآورد تابع تولید ابتدا باید داده‌ها از نظر ایستایی مورد بررسی قرار گیرند. بدین منظور از آزمون دیکی فولر تعمیم‌یافته برای بررسی ایستایی داده‌ها استفاده شده است.

جدول ۱: نتایج ایستایی متغیرهای معدن چادرملو

نام متغیر		مقدار دیکی فولر	مقادیر بحرانی			وضعیت متغیر
			۱٪	۵٪	۱۰٪	
لگاریتم ارزش‌افزوده (میلیارد ریال)	L valuagri	-۳/۷۷	-۴/۳۷	-۳/۶	-۳/۲	I(1)
لگاریتم موجودی سرمایه (میلیارد ریال)	L kagri	-۳/۵۵	-۳/۷	-۲/۹	-۲/۶	I(1)
لگاریتم نیروی کار (میلیارد ریال)	L lagri	-۵/۷۷	-۳/۴	-۴/۲	-۴/۶	I(0)
لگاریتم انرژی (میلیارد ریال)	L eagri	-۷/۴	-۴/۴	-۶/۴	-۵/۳	I(0)

منبع: یافته‌های پژوهش

[۱]. اورعی و پیماندار (۱۳۸۲)، ص ۲۹

[3]. Sollow

همان‌طور که با توجه به جدول ۱ ملاحظه می‌شود متغیرهای لگاریتم ارزش‌افزوده و لگاریتم موجودی سرمایه در تفاضل مرتبه اول و متغیر لگاریتم نیروی کار و لگاریتم انرژی مصرفی در واحد سطح ایستا هستند. پس از بررسی ایستایی متغیرها، به منظور برآورد مدل ARDL از آزمون کرانه‌های پسران و همکاران (۲۰۰۱) استفاده شده است. در ابتدا به وسیله معیار شوارتز – بیزین، وقفه بهینه یک تعیین‌شده است. در آزمون کرانه‌ها برای بررسی رابطه بلندمدت بین متغیرهای مورد مطالعه، ابتدا معادله پویا بین متغیرها با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی تخمین زده می‌شود. پس‌ازآن آزمون عدم وجود رابطه بلندمدت یعنی صفر بودن ضرایب وقفه متغیرها با استفاده از آزمون والد مورد بررسی قرار می‌گیرد. در صورت رد فرضیه صفر رابطه بلندمدت بین متغیرها برقرار خواهد بود. در این آزمون بر اساس آماره F تصمیم‌گیری می‌شود. آماره F محاسباتی در این آزمون نامتقارن است؛ بنابراین آزمون کرانه‌ها برای این آماره در سطوح مختلف دو مقدار ارائه کرده است. مقدار بحرانی کرانه بالا با فرض اینکه تمام متغیرهای مستقل جمعی از درجه I(۱) هستند و دیگری مقدار کرانه پایین با این فرض که تمام متغیرهای مستقل جمعی از درجه I(۰) هستند. درصورتی‌که مقدار آماره F محاسبه شده بزرگ‌تر از کرانه بالا باشد آنگاه فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود رابطه بلندمدت رد می‌شود و بین متغیرها رابطه بلندمدت وجود دارد. اگر مقدارF محاسبه شده کمتر از کرانه پایین باشد آنگاه عدم وجود رابطه بلندمدت را نمی‌توان رد کرد و بین متغیرها رابطه بلندمدت وجود ندارد. ولی در شرایطی که آماره F محاسبه شده بین دو کرانه قرار گیرد، رهیافت آزمون قادر به تعیین وجود یا عدم وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها نخواهد بود. نتایج بررسی وجود رابطه بلندمدت برای۳ متغیر مستقل در جدول ۲منعکس‌شده است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد بین متغیرها رابطه بلندمدت وجود دارد.

جدول ۲: نتایج آزمون وجود رابطه بلندمدت

	آماره F	کرانه بالا	کرانه پایین
با عرض از مبدأ و بدون روند	۳۰/۲۳	۴/۲۳۶	۳/۲۴۵

منبع یافته‌های پژوهش

نتایج حاصل از برآورد مدل به روش ARDL در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳: رابطه بلندمدت بین متغیرها در مدل ARDL(۱،۰،۰،۰)

متغیرها	ضرایب	خطایStd
L kagri	۰/۱۰۲	۰/۲۶۹
L lagri	۰/۹۴۶	۱/۰۱۷
L eagri	۰/۲۰۹	۰/۳۳۵

C	-۱۱/۹۱	۸/۶۸

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به جدول ۳ ضرایب تابع تولید همگی در سطح ۱۰٪ معنی‌دار ولیکن ضریب متغیر نیروی کار در سطح ۵٪ معنی‌دار است. تابع دارای ضریب تعیین ۹۰٪ است که نشان از توضیح مناسب متغیرهای مدل دارد. آزمون واریانس ناهمسانی به شیوه LM انجام‌شده و فرضیه واریانس ناهمسانی تائید نشده است. مدل دارای آماره دوربین واتسون ۲/۲ است که نشان می‌دهد در الگو مشکل خودهمبستگی وجود ندارد. آزمون نرمالیتی در الگو نشان می‌دهد که جملات پسماند مدل به شکل نرمال توزیع‌شده‌اند. وجود هم خطی در مدل رد شده است زیرا تک‌تک اجزای ماتریس همبستگی بین متغیرها از جذر ضریب تعیین (۹۰٪) کوچک‌تر هستند. در این تابع کشش‌های جزئی سرمایه، نیروی کار و انرژی به ترتیب ۰/۱۰۲، ۰/۹۴۶ و ۰/۲۰۹ هستند. متناسب با هر رابطه بلندمدت یک الگوی تصحیح خطا(ECM) وجود دارد که نوسانات کوتاه‌مدت متغیرها را به مقادیر تعادلی بلندمدت آن‌ها ارتباط می‌دهد. نتایج حاصل از مدل تصحیح خطا در جدول ۴ آمده است:

جدول ۴: نتایج مدل ECM

متغیرها	ضرایب	خطایStd
D Lkagri	۰/۰۷۰۳	۰/۱۸۲
D Llagri	۲/۰۲۰	۱/۰۸۸
D Leagri	۰/۵۵۴	۰/۲۳۹
D C	-۸/۱۶۹	۶/۹۱۰
Ecm (-1)	-۰/۶۸۵	۰/۱۷۷

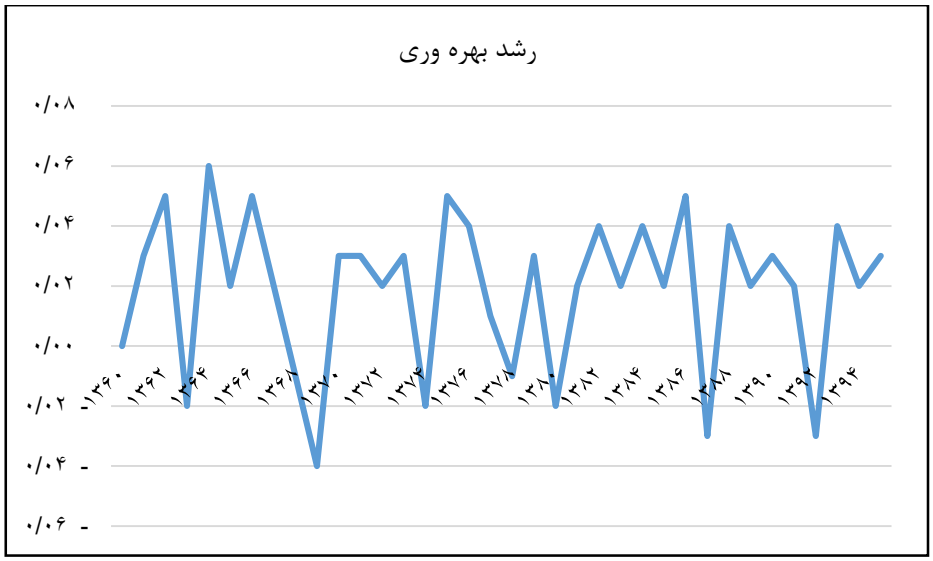
با توجه به جدول ۴ مقدار ضریب جمله تصحیح خطا برابر با ۰/۶۸۵- بوده و بدین معنی است که حدود ۶۸ درصد انحراف متغیر ارزش‌افزوده معدن چادرملو از مقدار تعادلی بلندمدت پس از گذشت یک دوره تعدیل می‌شود؛ بنابراین سرعت تعدیل در مدل فوق بالا است و می‌توان به اثرگذاری سیاست‌ها در کوتاه‌مدت امیدوار بود. این سرعت مطلوب برای تعدیل، زمینه‌های مساعدی را برای اجرای سیاست‌های افزایش تولیدات معدنی و بهره‌وری در آن به وجود می‌آورد. در ادامه با استفاده از شیوه مانده سولو و شاخص دیویژیا میزان رشد بهره‌وری در معدن چادرملو برای سال‌های ۱۳۶۰الی ۱۳۹۵ محاسبه و نتایج آن در جدول ۴-۱۲ منعکس‌شده است.

جدول ۵: رشد بهره‌وری معدن چادرملو برای دوره زمانی ۹۵-۱۳۶۰

سال	TFP	سال	TFP	سال	TFP
۱۳۶۰	-	۱۳۷۲	۰/۰۲	۱۳۸۴	۰/۰۴

۱۳۶۱	۰/۰۳	۱۳۷۳	۰/۰۳	۱۳۸۵	۰/۰۲
۱۳۶۲	۰/۰۵	۱۳۷۴	-۰/۰۲	۱۳۸۶	۰/۰۵
۱۳۶۳	-۰/۰۲	۱۳۷۵	۰/۰۵	۱۳۸۷	-۰/۰۳
۱۳۶۴	۰/۰۶	۱۳۷۶	۰/۰۴	۱۳۸۸	۰/۰۴
۱۳۶۵	۰/۰۲	۱۳۷۷	۰/۰۱	۱۳۸۹	۰/۰۲
۱۳۶۶	۰/۰۵	۱۳۷۸	-۰/۰۱	۱۳۹۰	۰/۰۳
۱۳۶۷	۰/۰۲	۱۳۷۹	۰/۰۳	۱۳۹۱	۰/۰۲
۱۳۶۸	-۰/۰۱	۱۳۸۰	-۰/۰۲	۱۳۹۲	-۰/۰۳
۱۳۶۹	-۰/۰۴	۱۳۸۱	۰/۰۲	۱۳۹۳	۰/۰۴
۱۳۷۰	۰/۰۳	۱۳۸۲	۰/۰۴	۱۳۹۴	۰/۰۲
۱۳۷۱	۰/۰۳	۱۳۸۳	۰/۰۲	۱۳۹۵	۰/۰۳

منبع: یافته‌های پژوهش



نمودار۱. رشد بهره‌وری معدن چادرملو (منبع: یافته‌های پژوهش)

با توجه به نمودار۱روند رشد بهره‌وری در معدن چادرملو، طی سال‌های ۱۳۶۰ الی ۱۳۹۵ با فرازوفرودهایی همراه بوده و در برخی از سال‌های مورد بررسی ارقام منفی را تجربه کرده است. لیکن میانگین رشد بهره‌وری در طی دوره مورد بررسی در حدود ۰/۵ درصد است. اگرچه این نوسانات معمولاً به نوسانات فناوری نسبت داده می‌شود، اما سامرز (۱۹۸۶)، استفاده پرسکات از تغییرات در پسماند سولو را به عنوان مدرکی دال بر وجود شوک‌های فناوری رد می‌کند. تغییرات

بزرگ در پسماند سولو را می‌توان نتیجه رفتاری دانست که «خارج از رفتار تابع تولید» هستند و آن را به شکل ذخیره نیروی کار[1] تبیین نمود. در حالی که نظریه‌پردازان دور تجاری حقیقی، همسویی بهره‌وری نیروی کار با ادوار تجاری را مدرکی برای انتقال در تابع تولید تفسیر می‌کنند، کینزین‌های سنتی آن را به ثبات تقریبی[2]، نهاده کار نسبت می‌دهند. دلیل اینکه چرا در رکودها، بهره‌وری کاهش می‌یابد این است که به دلیل هزینه‌های تعدیل در کوتاه‌مدت، بنگاه‌ها در شرایط رکودی سعی در حفظ کارگران بیش‌ازحد نیاز بنگاه دارند. در چنین شرایطی به نفع بنگاه‌هاست که نهاده کار را در طول دور تجاری، یکنواخت کنند. بنابراین، مجبورند در وضعیت رکود نیز نیروی کار بیشتری داشته باشند. این موضوع بیان می‌کند که چرا درصد کاهش در تولید، بیش از درصد کاهش در نهاده کار طی دوران رکود است. وقتی اقتصاد روبه بهبود می‌رود، بنگاه‌ها به‌شدت بیشتری از نیروی کارشان استفاده می‌کنند. بنابراین، تولید با درصد بیشتری از نهاده کار افزایش می‌یابد (Esnodan,2013).

در مرحله بعد اقدام به تعیین معادن کارا و رتبه‌بندی آن‌ها با استفاده از روش اندرسون–پیترسون (AP) شده است. برای سال‌های ۹۵-۱۳۹۱ این رتبه‌بندی صورت گرفته که نتایج مربوط به سال ۱۳۹۵ به تفصیل ارائه شده، اما به علت محدودیت تعداد صفحات مقاله برای سال‌های ۱۳۹۱ الی ۱۳۹۴ تنها به ارائه اسامی معادن رتبه اول تا سوم بسنده شده که نتایج آن در جداول ۶ و ۷ منعکس شده است.

جدول ۶: رتبه‌بندی معادن آهن در سال ۱۳۹۵

رتبه	واحدهای مرجع	کارایی اندرسون پیترسون	کارایی	واحدهای تصمیم‌گیری
۱	۲	٪۵۶۶/۰۴	٪۱۰۰	چادرملو
۲	۸	٪۳۹۲/۷۸	٪۱۰۰	اسلامیه
۳	۸	٪۱۸۲/۲	٪۱۰۰	ارجنان
۴	۸	۱۳۰/۰۴	٪۱۰۰	فضل آباد
۵	۵	٪۱۲۳/۲۲	٪۱۰۰	اسمالون ۲
۶	۵	٪۱۲۲/۳۴	٪۱۰۰	سه چاهون
۷	۴	٪۱۱۵/۲۴	٪۱۰۰	خیبر

[1]. Labour hording
[2]. Quasi-Fixity

۸	۰	٪۱۱۴/۷۴	٪۱۰۰	علی آباد
۹	۰	٪۱۱۱/۶۲	٪۱۰۰	میشدوان
۱۰	۱	٪۱۰۷/۹۳	٪۱۰۰	چغارت
۱۱	۰	٪۱۰۶/۶۴	٪۱۰۰	هرابرزجان
۱۲	۰	٪۱۰۴/۸۰	٪۱۰۰	چشمه زرد
۱۳	۱	٪۱۰۳/۸۸	٪۱۰۰	چاه گز
۱۴	۰	٪۱۰۰/۴۰	٪۱۰۰	سورک ندوشن
۱۵	چادرملو (۰/۹۴) ارجنان (۰/۰۰) خیبر (۰/۰۲)	٪۹۸/۴۵	٪۹۸/۴۵	چاه ریگ
۱۶	اسمالون ۲ (۰/۱۰) چغارت (۰/۱۰) خیبر (۰/۳۹) فضل آباد (۰/۲۲)	٪۹۷/۳۶	٪۹۷/۳۶	عقدا
۱۷	چادرملو (۰/۰۰) چاه گز (۰/۱۷) فضل آباد (۰/۷۲)	٪۹۶/۳۸	٪۹۶/۳۸	منصور کوه
۱۸	چادرملو (۰/۱۳) ارجنان (۰/۰۷) اسمالون ۲ (۰/۰۷) چاه گز (۰/۲۲) فضل آباد (۰/۱۹)	٪۹۳/۱۴	٪۹۳/۱۴	خرانق
۱۹	ارجنان (۰/۲۷) اسمالون ۲ (۰/۰۸) منصور کوه (۰/۰۴) فضل آباد (۰/۳۱)	٪۸۴/۸۴	٪۸۴/۸۴	امین‌آباد
۲۰	ارجنان (۰/۰۸) اسمالون ۲ (۰/۲۹) چاه گز (۰/۱۱) فضل آباد (۰/۰۵)	٪۶۹/۹۴	٪۶۹/۹۴	تل کرسی
۲۱	چادرملو (۰/۰۶) ارجنان (۰/۰۷) چاه گز (۰/۰۴) فضل آباد (۰/۳۷)	٪۶۳/۴۵	٪۶۳/۴۵	اسمالون ۱
۲۲	چادرملو (۰/۰۰) ارجنان (۰/۰۸) فضل آباد (۰/۵۱)	٪۶۰/۶۵	٪۶۰/۶۵	تبرکوه
۲۳	چادرملو (۰/۰۳) ارجنان (۰/۰۳) خیبر (۰/۰۷) فضل آباد (۰/۴۰)	٪۵۷/۰۲	٪۵۷/۰۲	چاه شوری
۲۴	چادرملو (۰/۰۱) چاه گز (۰/۰۷) فضل آباد (۰/۴۳)	٪۵۵/۶۰	٪۵۵/۶۰	پدیده
۲۵	چادرملو (۰/۰۳) ارجنان (۰/۰۳) اسمالون ۲ (۰/۱۰) منصور کوه (۰/۱۴) خیبر (۰/۱۶)	٪۵۳/۱۴	٪۵۳/۱۴	اسفندار

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به جدول۶ از بین ۲۵ معدن مورد بررسی در سال ۱۳۹۵ معادن ۱ تا ۱۴ کارا و دیگر معادن ناکارا شناخته شده‌اند با استفاده از روش AP (روش اندرسون –پیترسون) واحدهای کارا نیز رتبه‌بندی شده که در این میان معدن چادرملو در رتبه اول و به همین ترتیب اسلامیه و ارجنان در رتبه دوم و سوم قرار دارند. برای هریک از معادن ناکارا مجموعه مرجع مشخص‌شده است که این معادن می‌توانند با الگو قرار دادن این واحدهای مرجع خود را به مرز کارایی برسانند. برای نمونه با توجه به جدول ۶ معدن پدیده می‌تواند با الگو گرفتن از معادن چادرملو، چاه گز و فضل‌آباد به مرز کارا برسد و در پرتفوی کارا قرار گیرد.

جدول ۷: رتبه‌بندی معادن آهن برای دوره زمانی ۹۵-۱۳۹۱ با استفاده از روش AP (روش اندرسون–پیترسون)

سال	تعداد معادن کارا	رتبه اول	رتبه دوم	رتبه سوم
۱۳۹۱	۱۴	چادرملو	اسلامیه	خیبر
۱۳۹۲	۱۱	چادرملو	اسلامیه	ارجنان
۱۳۹۳	۱۲	اسلامیه	چادرملو	ارجنان
۱۳۹۴	۱۴	اسلامیه	چادرملو	ارجنان
۱۳۹۵	۱۴	چادرملو	اسلامیه	ارجنان

منبع: یافته‌های پژوهش

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها:

نتایج حاصل از برآورد رشد بهره‌وری معادن چادرملو، سه چاهون، چغارت، چاه گز و میشدوان که به عنوان مهمترین قطب‌های آهن کشور شناخته شده‌اند، نشان داد که رشد بهره‌وری این معادن طی دوره مورد بررسی همراه با فراز و نشیب‌هایی بوده به‌نحوی‌که در برخی از سال‌ها مقادیر منفی را نیز به خود اختصاص داده است، اما در کل میانگین آن‌ها مقادیر مثبتی را اختیار کرده است. در بیان نوسانات رشد بهره‌وری خاطرنشان شد که بازار فولاد ایران در بخش داخل عمدتاً متأثر از شرایط کلان اقتصادی کشور و به‌ویژه بازار مسکن است، به شکلی که مشکلات رکود اقتصادی بر رشد بهره‌وری صنایع تأثیرگذار است. با توجه به هزینه‌های تعدیل در کوتاه‌مدت، بنگاه‌ها کارگران را بیش‌ازحد نیاز خود نگه می‌دارند. در چنین شرایطی به نفع بنگاه‌هاست که نهاده کار را در طول دوره تجاری، یکنواخت کنند و بنابراین، مجبورند در وضعیت رکود نیز کار بیشتری داشته باشند.

این موضوع بیان می‌کند که چرا درصد کاهش در تولید، بیش از درصد کاهش در نهاده کار طی دوران رکود است. وقتی اقتصاد رو به بهبود می‌رود، بنگاه‌ها با شدت بیشتری از نیروی کارشان استفاده می‌کنند. وجود سازمانی واسطه مابین کارگر و کارآفرین به‌نحوی‌که واحدهای تولیدی بتوانند بدون دغدغه در زمان رونق اقدام به استخدام نیروی جدید نموده و در زمان رکود آن را تعدیل نمایند، می‌تواند عاملی برای بهبود رشد بهره‌وری و ارتقاء صنایع باشد.

نتایج حاصل از رتبه‌بندی معادن آهن نشان می‌دهد که معدن چادرملو طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۱ به عنوان کاراترین معدن شناخته شده است و معادن اسلامیه و ارجنان در رده‌های بعدی کارایی قرار دارند. معادن سه چاهون، چغارت ، چاه گز و میشدوان نیز جزو معادن کارا هستند. برخی پیشنهادها برای رشد بهره‌وری در معادن شامل موارد زیر است:

- کاهش فاصله بین تولید بالفعل و بالقوه به منظور افزایش بهره‌وری از طریق به کارگیری فناوری‌های مناسب که برونداد فعالیت‌هایی نظیر پژوهش و توسعه در بخش معدن است.
- جذب و ترغیب نیروهای متخصص در راستای استفاده بهینه از امکانات سرمایه‌ای موجود و به کارگیری فناوری‌های جدید در بخش معدن
- عدم اتلاف انرژی و بهینه‌یابی سوخت به منظور افزایش بهره‌وری بخش معدن
- افزایش سرمایه‌گذاری در بخش معدن به کمک بخش خصوصی و نهاد دولت
- ایجاد بستری مطمئن برای کار تولیدی بدون تنش‌های روزمره
- اعمال سیاست‌های تشویقی جهت توسعه بیشتر و به کارگیری تکنولوژی مدرن.

References

Abasean, A., & Mehregan, N. (2008). Measurement of productivity of factors of production of economic sectors of the country by data envelopment analysis method. *Journal of Economic Research*, 87, 153-176. (In Persian).

Abtahi, S. H., & Kazemi, B. (2003). *Productivity*. Fourth Edition, Publications of the Institute for Business Studies and Research. (In Persian).

Abtahy, H., & Kazemy, B. (2005). *Productivity book*. Tehran, Institute for Business Studies Studies. (In Persian).

Ahery, S. (2009). *Productivity and analysis in organizations (total productivity management)*. Ch.15, Hastan Publishing. (In Persian).

Ameni, A. (2001). *Estimation and analysis of negative developments, efficiency and productivity in Iran's automotive industry*. Doctoral dissertation, Economics, Tarbiat Modarres University. (In Persian).

Ameni, A. (2006). Measuring and analyzing the factors affecting the total factor productivity in the industrial and mining sectors. *Light Courier*, 2(4). (In Persian).

Ameri, F. (2012). *Investigating the productivity of mining production factors in the country*. (In Persian).

Amertamory, C., & Chalelean, S. (2011). Total productivity growth in important sections of the Iranian economy during first, second and third development plans. *Journal of Agricultural Economics and Development*, Vol. 18, No. 71, 141-162. (In Persian).

Amini, A. (2005). Measuring and analyzing the trend of partial and general productivity indicators Factors of production by economic sectors of Iran. *National Conference The vision of the Islamic Republic of Iran in the 21-Year Horizon*, the Printing and Publishing Center of the Higher Institute Management and Planning Education and Research. (In Persian).

Amiri, F., Jabbari, A., Akbari, N., & Amiri, S. (2015). Study of productivity of the country's mining production factors during 1392-1384. *The first National Conference on Industrial Economics of Iran*, Tabriz. https://civilica.com/doc/472907. (In Persian).

Asanlo, M. (2002). *Mine restoration*. Amir Kabir University Press. (In Persian).

Bagherzadah, A. (2011). Calculating and analyzing the growth of total productivity of factors produced under the agricultural crop based on self-explained model with extensive latency. *Journal of Research in Crop Sciences*, 3 (10). (In Persian).

Cano-Reséndiz, O., de la Rosa, G., Cruz-Jiménez, G., Gardea-Torresdey, J. L., & Robinson, B. H. (2011). Evaluating the role of vegetation on the transport of contaminants associated with a mine tailing using the Phyto-DSS. *Journal of hazardous materials*, 189(1-2), 472-478.

Celen, A. (2013). Efficiency and productivity (TFP) of the Turkish electricity distribution companies: An application of two-stage (DEA&Tobit) analysis. *Energy Policy*, 63, 300-310. http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2013.09.034

Dubiński, J. (2013). Sustainable development of mining mineral resources. *Journal of Sustainable Mining*, 12(1), 1-6.

Emami, A. (2006). *Principles of measuring productivity and efficiency*. Tehran: Institute for Business Studies and Research. (In Persian).

Esnodan, B., & Vien, H. (2013). *New macroeconomics (the origin of the evolution of the new situation)*. Translation by Mansour Khalili, Ali Araghi. (In Persian).

Franks, D., & Boger, D. (2011). Sustainable development principles for the disposal of mining and mineral processing wastes. *Resources Policy*, *36*, 114–122.

Guidebook for Evaluating Mining Project EIAs. (2010). http://www.elaw.org/mining-eia-guidebook,1-18

Habibzadah, Z. (2007). *Measurement of the efficiency of exclusive branches of bank saderat Iran and malmquist index using data envelopment analysis method*. Senior Lecturer, Shahid Beheshti University. (In Persian).

Ikerd, J. E. (1996, July). Sustaining the profitability of agriculture. *In Extension Pre-Conference: The Economist's Role in the Agricultural Sustainability Paradigm*, San Antonio, TX, 27 July. Retrieved January 15, 2021, from http://web.missouri.edu/~ikerdj/papers/AAESASA.pdf

Mehregan, M. (2013). *Data envelopment analysis (quantitative models in organizational performance evaluation)*. Tehran, Publishing Academic Books. 2 (23). (In Persian).

Mirhosany, M., & Chorasany, N. (2011). Sustainable development in mining and mineral industries. *National Conference on Health, Environment and Sustainable Development*, Department of Geology, Islamic Azad University, Bandar Abbas Branch. (In Persian).

Moemeny, M. (2007). Assessing the performance of Iranian insurance companies by using two-stage data envelopment analysis. *Insurance Industry Quarterly*, 1, (71), 2-45. (In Persian).

Nagafy, E., et al. (2013). Using CCR-BCC model and A & P method to determine the efficiency and ranking of the units of Pasargad oil company. *Scientific Monthly-Promotion of Exploration and Production*, *120*, 19-25. (In Persian).

Orei, S. K., & Peymandar, M. S. (2003). *Productivity analysis and measurement*, Tehran, Amir Kabir University of Technology, Markazi Publications. (In Persian).

Parviainen, A. (2009). Tailings mineralogy and geochemistry at the abandoned Haveri Au–Cu mine, SW Finland. *Mine Water and the Environment*, 28(4), 291.

Potgieter-Vermaak, S. S., Potgieter, J. H., Monama, P., & Van Grieken, R. (2006). Comparison of limestone, dolomite and fly ash as pre-treatment agents for acid mine drainage. *Minerals Engineering*, 19(5), 454-462.

Ranängen, H. (2016). *Towards sustainability in nordic mining*. ISBN 978-92-893-4794-5.

Ranängen, H., & Lindman, Å. (2017). A path towards sustainability for the Nordic mining industry. *Journal of Cleaner Production*, *151*, 43-52.

Ranängen, H., Lindman, Å., & Ejdemo, T. (2017). *Towards sustainability in Nordic Mining: A path towards sustainability for the Nordic mining industry*.

Rodríguez, X. A. (2010). A New Productivity Index To Measure Economic Sustainability Of The Mining Industry. *Dyna*, 77(161), 11-20.

Shahabady, A. (2006). Sources of Growth in Industries and Mines of Iran. *Economic Studies*, 4 (3). (In Persian).

Shahriary, M. (2010). Principles of Sustainable Development in Mining and *Mining Industries*, 2 (1). (In Persian).

Soltane, et al. (2011). AP-DEA combined approach for Iran's iron ore mining performance ratings. *HR Manager*, 2 (3). (In Persian).